

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-315882

(43) 公開日 平成9年(1997)12月9日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 15/00			C 3 0 B 15/00	Z
29/06	5 0 2		29/06	5 0 2 C
H 0 1 L 21/208			H 0 1 L 21/208	P

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-157510

(22) 出願日 平成8年(1996)5月29日

(71) 出願人 000184713

コマツ電子金属株式会社

神奈川県平塚市四之宮2612番地

(72) 発明者 島貫 芳行

神奈川県平塚市四之宮2612 コマツ電子金  
属株式会社内

(72) 発明者 久保田 利通

神奈川県平塚市四之宮2612 コマツ電子金  
属株式会社内

(72) 発明者 琴岡 敏朗

神奈川県平塚市四之宮2612 コマツ電子金  
属株式会社内

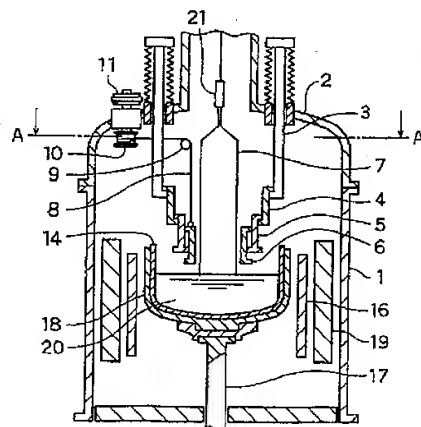
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体単結晶製造装置および半導体単結晶の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 CZ法によって育成される半導体単結晶の温度勾配制御を簡易に行い、特に、as-grown欠陥の発生を抑制して酸化膜耐圧特性の優れた半導体単結晶を得ることができるようにする。

【解決手段】 引き上げ中の単結晶シリコン7を取り囲む遮蔽筒を第1遮蔽筒4、第2遮蔽筒5、第3遮蔽筒6に分割してテレスコピックタイプとする。巻き取り用リール10に巻き付けたワイヤ8を第3遮蔽筒6に繋着し、巻き取り用リール10の回転により遮蔽筒を伸縮させる。また、第1遮蔽筒4を昇降ロッド3に掛止し、昇降ロッド3の上下動により遮蔽筒を昇降させる。単結晶シリコン7を引き上げる際、巻き取り用リール10を駆動して遮蔽筒の任意の部分を縮め、遮蔽筒の重なり合った部分で単結晶シリコン7の特定部位を保温し、前記単結晶シリコン7が1200℃～1000℃の温度領域を通過する際の温度勾配を小さくする。



- |            |              |
|------------|--------------|
| 1: メインチャンバ | 8: ワイヤ       |
| 2: アップチャンバ | 9: プーリ       |
| 3: 昇降ロッド   | 10: 巻き取り用リール |
| 4: 第1遮蔽筒   | 11: プーリ      |
| 5: 第2遮蔽筒   | 14: 石英管      |
| 6: 第3遮蔽筒   | 16: ヒータ      |
| 7: 単結晶シリコン | 20: 融液       |

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 引き上げ中の半導体単結晶を取り囲む遮蔽筒を備えたチョクラスキー法による半導体単結晶製造装置において、前記遮蔽筒を昇降自在かつ上下方向に伸縮自在としたことを特徴とする半導体単結晶製造装置。

【請求項2】 請求項1記載の半導体単結晶製造装置において、遮蔽筒を複数個に分割してテレスコピックタイプとし、巻き取り用リールに巻き付けたワイヤを内側の遮蔽筒に繋着するとともに外側の遮蔽筒を昇降ロッドに掛止し、前記巻き取り用リールの回転により遮蔽筒を伸縮させ、昇降ロッドの上下動により遮蔽筒を昇降させることを特徴とする半導体単結晶製造装置。

【請求項3】 請求項2記載の半導体単結晶製造装置を用い、巻き取り用リールを駆動して遮蔽筒の任意の部分を縮め、遮蔽筒の重なり合った部分で半導体単結晶の特定部位を保温し、前記単結晶が1200℃～1000℃の温度領域を通過する際の温度勾配を小さくすることを特徴とする半導体単結晶の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、チョクラスキー法による半導体単結晶製造装置および半導体単結晶の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体素子の基板には主として高純度の単結晶シリコンが使用されているが、その製造方法として、一般にチョクラスキー法（以下CZ法という）が用いられている。図8は、育成する半導体単結晶を取り囲む遮蔽筒を備えたCZ法による半導体単結晶製造装置の一例を示す部分縦断面図である。メインチャンバ1の内部には、回転および昇降可能なつば軸17の上端に黒鉛るつぼ18が載置され、黒鉛るつぼ18の周囲には円筒状のヒータ16と保温筒19とが設置されている。

【0003】黒鉛るつぼ18に収容された石英るつぼ14に塊状の多結晶シリコンを装填し、これをヒータ16で加熱、溶解して融液20とする。シードチャック21に取り付けた種結晶を融液20に浸漬し、シードチャック21および黒鉛るつぼ18を互いに同方向または逆方向に回転しつつシードチャック21を引き上げて単結晶シリコン7を成長させる。

【0004】メインチャンバ1に接続されたアップチャンバ2には、融液20の近傍まで伸延する黒鉛製の遮蔽筒22が図示しない昇降機構により昇降自在に設置されている。この遮蔽筒22は、アップチャンバ2の上から導入される不活性ガスの流れを制御するとともにヒータ16、融液20などからの輻射熱を遮断し、引き上げ中の単結晶シリコン7の全温度領域にわたって冷却または保温を行っている。これにより結晶化が容易になり、単結晶シリコン7の生産性が向上する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ヒータ16をはじめとする各ホットゾーンパーツから引き上げ中の単結晶シリコン7に放射される輻射熱は、遮蔽筒22によって遮断される。従って、固液界面近傍における単結晶シリコン7の径方向、軸方向温度勾配が大きくなり、結晶化が容易になるため、単結晶シリコン7の引き上げ速度を上げて生産性を向上させることができる。しかしながら、炉内温度環境に応じて遮蔽筒22の厚さを任意に変更することは不可能であり、引き上げ中の単結晶シリコン7の所望の部位における冷却あるいは保温の度合いを調節することができないため、次の問題が発生する。

(1) 単結晶シリコン7が1200℃～1000℃の温度領域を通過する際、この温度領域が徐冷されないため、as-grown欠陥密度の低減が十分に行えず、酸化膜耐圧特性が低下する原因となる。

(2) 石英るつぼ14に装填した多結晶シリコンを溶解する場合は、遮蔽筒22の下端と多結晶シリコンとの干渉を避けるため、昇降機構を駆動して遮蔽筒22の上部をアップチャンバ2内に収納する構造としている。このため、アップチャンバ2に収納スペースを設ける必要があり、アップチャンバ2の全高が長くなる。

【0006】本発明は上記従来の問題点に着目してなされたもので、CZ法によって育成される半導体単結晶の温度勾配制御を簡易に行い、特に、as-grown欠陥の発生を抑制して酸化膜耐圧特性の優れた半導体単結晶を得ることができる半導体単結晶製造装置および半導体単結晶の製造方法を提供することを目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る半導体単結晶製造装置は、引き上げ中の半導体単結晶を取り囲む遮蔽筒を備えたCZ法による半導体単結晶製造装置において、前記遮蔽筒を昇降自在かつ上下方向に伸縮自在としたことを特徴としている。

【0008】上記半導体単結晶製造装置は、具体的には、遮蔽筒を複数個に分割してテレスコピックタイプとし、巻き取り用リールに巻き付けたワイヤを内側の遮蔽筒に繋着するとともに外側の遮蔽筒を昇降ロッドに掛止し、前記巻き取り用リールの回転により遮蔽筒を伸縮させ、昇降ロッドの上下動により遮蔽筒を昇降させる構成とした。

【0009】また、本発明に係る半導体単結晶の製造方法は、上記半導体単結晶製造装置を用い、巻き取り用リールを駆動して遮蔽筒の任意の部分を縮め、遮蔽筒の重なり合った部分で半導体単結晶の特定部位を保温し、前記単結晶が1200℃～1000℃の温度領域を通過する際の温度勾配を小さくすることを特徴としている。

## 【0010】

【発明の実施の形態および実施例】本発明は、CZ法によって引き上げられる半導体単結晶の熱履歴を遮蔽筒で

簡易に制御する半導体単結晶製造装置および半導体単結晶の製造方法に関するものである。この製造装置は、引き上げ中の半導体単結晶を取り囲む遮蔽筒を昇降自在かつ伸縮自在としたので、前記半導体単結晶の任意の部位を任意の厚さで包囲することにより、熱履歴を制御することができる。

【0011】具体的には、遮蔽筒をテレスコピックタイプとし、巻き取り用リールに巻き付けたワイヤを内側の遮蔽筒に繋着したので、前記ワイヤを巻き戻せば遮蔽筒は伸長し、ワイヤを巻き取れば遮蔽筒は短縮される。これにより、遮蔽筒の半径方向の厚さに変化する。また、遮蔽筒を縮めた場合は上下方向における遮蔽筒の移動可能範囲が大きくなる。

【0012】上記半導体単結晶製造装置を用いて半導体単結晶を育成する場合、遮蔽筒を伸長させることにより、引き上げ中の半導体単結晶を軸方向の広範囲にわたって遮熱または保温することができ、遮蔽筒が任意の長さとなるように短縮して任意の高さに移動すれば、引き上げ中の半導体単結晶の所望の部位を局部的に保温することができる。また、炉内の熱環境に合わせて保温部位を変更することも可能である。特に、直胴工程では遮蔽筒の任意の部分が短縮するように巻き取り用リールを駆動すると、遮蔽筒が部分的に重なり合い、半導体単結晶に対する保温効果が増大する。従って、前記単結晶が1200℃～1000℃となる部位に遮蔽筒の重なり合う部分を位置させることにより、この温度領域を通過する際の温度勾配を小さくすることができ、as-grow n欠陥の発生が抑制される。

【0013】次に、本発明に係る半導体単結晶製造装置の実施例について図面を参照して説明する。なお、前記従来の技術で説明した構成要素と同一の構成要素については、同一の符号を付して、その説明を省略する。

【0014】図1は半導体単結晶製造装置の概略構成を示す部分縦断面図である。メインチャンバ1の上端に取着したアッパチャンバ2には、図示しない昇降機構によって上下動する2本の昇降ロッド3が取り付けられ、昇降ロッド3の下端に第1遮蔽筒4が掛止されている。第1遮蔽筒4は、図2に示すように円筒の上端外周に2個の突起部4aを有し、下端内周にフランジ4bを備えている。第1遮蔽筒4は前記突起部4aにより昇降ロッド3に掛止される。第1遮蔽筒4の内側には上下両端にフランジを備えた第2遮蔽筒5が摺動自在に挿嵌され、第2遮蔽筒5の内側には上下両端にフランジを備えた第3遮蔽筒6が摺動自在に挿嵌されている。前記昇降ロッド3、第1遮蔽筒4、第2遮蔽筒5、第3遮蔽筒6は、黒鉛または黒鉛を炭化珪素で被覆したもの、あるいはMo等の金属からなり、これらを組み合わせて用いてもよい。

【0015】第3遮蔽筒6は、単結晶シリコン7に対して所定の隙間を保って単結晶シリコン7を包囲する。ま

た、第3遮蔽筒6の上端にはワイヤ8が繋着され、このワイヤ8はプーリ9を介して巻き取り用リール10に巻き付けられている。アッパチャンバ2の上面には、巻き取り用リール10と同軸上にプーリ11が取着されている。

【0016】図3は、図1のA-A断面図である。図1では説明の都合上、昇降ロッド3、ワイヤ8、プーリ9、巻き取り用リール10を同一平面上に記載しているが、実際には図3に示すように昇降ロッド3がワイヤ8と直角の方向に設置されているので、干渉することはない。アッパチャンバ2の上面には、巻き取り用リール10と同軸に取着されたプーリ11と、図示しないモータに直結された駆動用プーリ12が設置されていて、ベルト13を介して駆動用プーリ12がプーリ11を回転させることにより、巻き取り用リール10が回転する。なお、図1および図3では第3遮蔽筒6に1本のワイヤ8を繋着しているが、これに限るものではなく、第3遮蔽筒6に2～3本のワイヤを繋着し、これらのワイヤをそれぞれ個別に巻き取り用リールで巻き取るようにしてもよい。また、巻き取り用リールにモータを直結してもよい。

【0017】巻き取り用リール10を回転させてワイヤ8を巻き取ると、まず第3遮蔽筒6が引き上げられ、これに続いて第2遮蔽筒5、第1遮蔽筒4が順次引き上げられ、互いに重なり合った状態になる。また、ワイヤ8を巻き戻す方向に巻き取り用リール10を回転させると、第3遮蔽筒6および第2遮蔽筒5が下降し、第2遮蔽筒5の上端が第1遮蔽筒4の下端に掛止された後は第3遮蔽筒6のみが下降を続ける。第3遮蔽筒6は、その上端が第2遮蔽筒5の下端に掛止された時点で下降を停止する。このとき、遮蔽筒は最大限に伸長した状態となる。

【0018】次に、本発明に係る半導体単結晶の製造方法を製造工程順に説明する。

#### (1) 原料溶解工程

図4に示すように、石英をつば14に塊状の多結晶シリコン15を装填し、ヒータ16で加熱、溶解する。このとき、巻き取り用リール10を駆動してワイヤ8を巻き取り、第1遮蔽筒4、第2遮蔽筒5、第3遮蔽筒6が互いに重なり合うようにした後、昇降ロッド3を適度に下降させる。これにより、各遮蔽筒が多結晶シリコン15の上面を被覆するとともに、各遮蔽筒と多結晶シリコン15との干渉を回避して石英をつば14を熱効率の良い位置に固定することができるので、多結晶シリコン15は迅速に融液化される。

#### 【0019】(2) 屑工程

図5に示すように、第1遮蔽筒4、第2遮蔽筒5、第3遮蔽筒6が重なり合った状態のまま昇降ロッド3を上限まで上昇させる。昇降ロッド3の上昇に伴って巻き取り用リール10を駆動し、ワイヤ8を巻き取る。これによ

り、ヒータ16の熱は遮蔽筒で遮られることなく単結晶シリコンの肩7aに放射される。

#### 【0020】(3) 直胴工程

直胴工程の当初は原料溶解時と同様に炉内上方への熱の放散を防ぎつつ、育成中の単結晶シリコン7に対するヒータ16の輻射熱を遮らないようにするため、図6に示すように第1遮蔽筒4、第2遮蔽筒5、第3遮蔽筒6が互いに重なり合うようにする。このとき、昇降ロッド3を下降させるとともにワイヤ8を巻き戻して、各遮蔽筒を単結晶シリコン7の肩7aより少し高い位置に設置することが望ましい。

【0021】単結晶シリコン7が成長するにつれて、昇降ロッド3を徐々に上昇させる。昇降ロッド3の上昇に伴って第1遮蔽筒4が上昇し、続いて第2遮蔽筒5が上昇する。このとき、第3遮蔽筒6の位置は変えない。その結果、図1に示したように遮蔽筒全体が伸長し、第2遮蔽筒5と第3遮蔽筒6とが部分的に重なり合う。この重なり合った部分が単結晶シリコン7の所定位置、すなわち単結晶シリコン7の温度領域が1200℃~1000℃となる部位である。前記部位を第2遮蔽筒5と第3遮蔽筒6とで包囲することにより、この部位が徐冷され、他の部位よりも温度勾配が小さくなる。

#### 【0022】(4) テール工程および冷却工程

テール7cの形成においては、直胴7bの温度が1000℃以下に下がった後、図7に示すようにワイヤ8を徐々に巻き取りつつ昇降ロッド3を上昇させる。直胴7bは各遮蔽筒に包囲されて輻射熱が遮られ、速やかに冷却される。単結晶シリコン7の上昇に伴って各遮蔽筒も昇降ロッド3の上限位置まで上昇させる。

#### 【0023】(5) 炉内品解体時

単結晶シリコンの引き上げが終了し、炉内品の解体を行う場合は、図5に示した肩工程の場合と同様に巻き取り用リール10を駆動してワイヤ8を巻き取り、昇降ロッド3を上限位置まで上昇させる。これにより解体作業は、遮蔽筒に妨げられることなく、迅速に行うことができる。

#### 【0024】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、引き上げ中の半導体単結晶を取り囲む遮蔽筒をテレスコピックタイプとし、伸縮および昇降自在としたので、次の効果が得られる。

(1) 遮蔽筒を部分的に短縮させて重ね合わせることで保温効果が増大し、この部分を通過する際の半導体単結晶の温度勾配が小さくなる。この方法で前記単結晶における1200℃~1000℃の温度領域を徐冷すれば、as-grown欠陥密度の低減が容易となり、酸化膜耐圧特性の優れた高品質の半導体単結晶を製造することができる。また、遮蔽筒を昇降させることにより、炉内の熱環境に対応した徐冷部位の調節が可能となる。

(2) 遮蔽筒を縮めれば上下方向に対する移動可能範囲が大きくなる。原料多結晶の装填時、肩工程、炉内品解体時に遮蔽筒を縮めて上昇させておけば、遮蔽筒が作業の障害とならない。また、短縮した遮蔽筒を原料多結晶の上端近傍まで下降させておけば、原料溶解時間の短縮、ヒータ投入電力の低減並びに炉内品の耐用寿命延長が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】半導体単結晶製造装置の概略構成を示す部分縦断面図で、直胴工程における遮蔽筒の形状を示す。

【図2】第1遮蔽筒の斜視図である。

【図3】図1のA-A断面図である。

【図4】原料溶解工程における遮蔽筒の位置および形状を示す部分縦断面図である。

【図5】肩工程および炉内品解体時における遮蔽筒の位置および形状を示す部分縦断面図である。

【図6】直胴工程当初における遮蔽筒の位置および形状を示す部分縦断面図である。

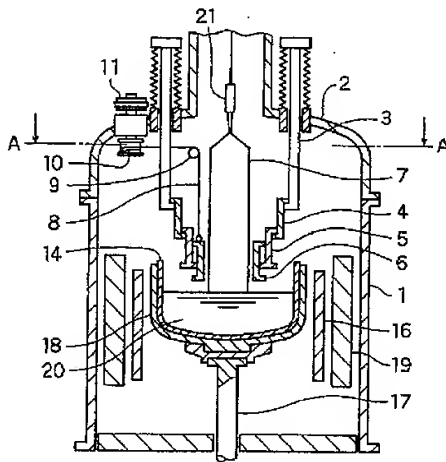
【図7】テール工程および冷却工程における遮蔽筒の位置および形状を示す部分縦断面図である。

【図8】従来の技術による半導体単結晶製造装置の一例を示す部分縦断面図である。

#### 【符号の説明】

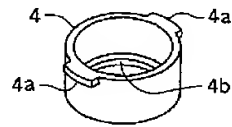
- 1 メインチャンバ
- 2 アップチャンバ
- 3 昇降ロッド
- 4 第1遮蔽筒
- 5 第2遮蔽筒
- 6 第3遮蔽筒
- 7 単結晶シリコン
- 8 ワイヤ
- 9, 11 プーリ
- 10 巻き取り用リール

【図1】



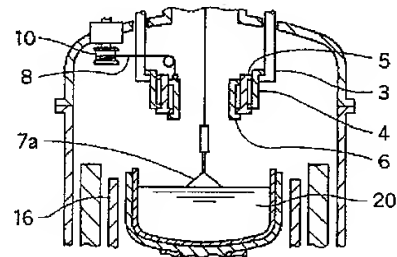
- |            |              |
|------------|--------------|
| 1: メインチャンバ | 8: ワイヤ       |
| 2: アップチャンバ | 9: プーリ       |
| 3: 昇降ロッド   | 10: 巻き取り用リール |
| 4: 第1遮蔽筒   | 11: プーリ      |
| 5: 第2遮蔽筒   | 14: 石英るつぼ    |
| 6: 第3遮蔽筒   | 16: ヒータ      |
| 7: 単結晶シリコン | 20: 融液       |

【図2】



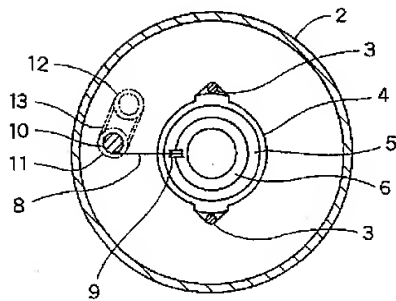
- |          |          |
|----------|----------|
| 4: 第1遮蔽筒 | 4a: 突起部  |
|          | 4b: フランジ |

【図5】



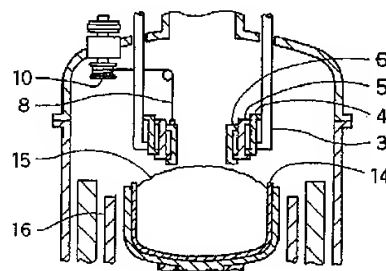
7a: 周

【図3】



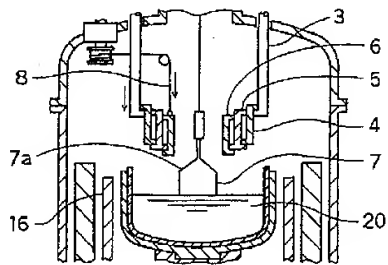
- |            |         |
|------------|---------|
| 12: 駆動用プーリ | 13: ベルト |
|------------|---------|

【図4】

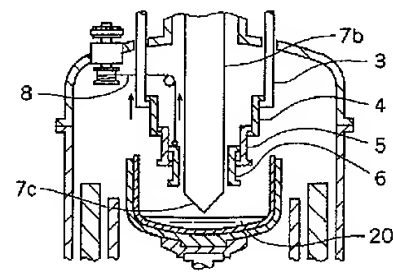


15: 多結晶シリコン

【図6】



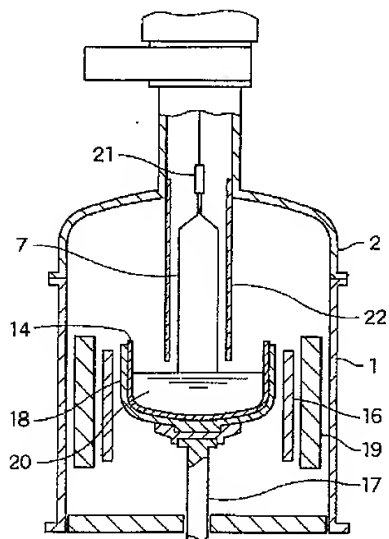
【図7】



7b:直胴

7c:テール

【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 鴨川 誠  
 神奈川県平塚市四之宮2612 コマツ電子金  
 属株式会社内